

74/579E



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 29 654 A 1**

⑤ Int. Cl.⁵:
F 15 C 33/12
C 23 C 22/07

⑲ Aktenzeichen: P 43 29 654.8
⑳ Anmeldetag: 2. 9. 93
㉑ Offenlegungstag: 17. 3. 94

DE 43 29 654 A 1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
11.09.92 JP 4-243255

⑦① Anmelder:
Daido Metal Co. Ltd., Nagoya, JP

⑦④ Vertreter:
Kraus, W., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Weisert, A.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 80539 München;
Nielsen, F., Dr., Rechtsanw., 8000 München

⑦② Erfinder:
Tanaka, Tadashi, Konan, JP; Sakamoto, Masaaki,
Nagoya, JP; Yamamoto, Koichi, Komaki, JP; Kato,
Tohru, Seto, JP; Sugita, Mitsuru, Inuyama, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Mehrschichtiges Gleitlager, das ausgezeichnete Anti-Abnutzungseigenschaften, insbesondere Anti-Reibverschleißseigenschaften, hat

⑤⑦ Mit der Erfindung wird ein mehrschichtiges Gleitlager zur Verfügung gestellt, das eine ausgezeichnete Antiabnutzungseigenschaft, Antireibverschleißseigenschaft, Antifreißseigenschaft und Antioberflächenzerbröckelungseigenschaft hat. Dieses mehrschichtige Gleitlager umfaßt eine Rückseiten- oder Unterlagsstahlschicht und eine auf der Rückseiten- oder Unterlagsstahlschicht ausgebildete Lagerlegierungsschicht. Auf einer oder der Rückseitenoberfläche der Rückseiten- oder Unterlagsstahlschicht ist ein Film aus Phosphat ausgebildet, der eine Dicke von 0,1 ~ 15 µm hat, wodurch die Antiabnutzungseigenschaft, die Antiverschleißseigenschaft, die Antifreißseigenschaft und die Antioberflächenzerbröckelungseigenschaft wesentlich verbessert wird. Das Vorsehen des Phosphatfilms, der gut verträglich oder kompatibel mit einem Zusammenbaumaterial oder einem damit in Eingriff stehenden Material ist, überwindet eine Beschädigung des Lagers aufgrund von Abnutzung, Reibverschleiß, Fressen und Zerbröckeln der Oberfläche in einem Hochgeschwindigkeitsbereich. Daher weist das erfindungsgemäße Lager eine volle und ausgezeichnete Lagerleistungsfähigkeit selbst unter harten Bedingungen des Gebrauchs in einem Hochgeschwindigkeits-, Hochtemperatur- und Hochlastbereich auf, wie sie typischerweise in Hochleistungsmotoren bzw. Hochleistungsbrennkraftmaschinen auftreten.

DE 43 29 654 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01: 94 308 081/496

9/40

Beschreibung

Diese Erfindung betrifft ein mehrschichtiges Gleitlager, und zwar insbesondere ein Gleitlager, welches ausgezeichnete Lagereigenschaften selbst unter harten Bedingungen des Gebrauchs aufweist, insbesondere des Gebrauchs bei einer neueren Brennkraftmaschine im Hochgeschwindigkeits-, Hochtemperatur- und Hochlastbereich, welche Bedingungen von einer kompakten und leichtgewichtigen Ausbildung der Brennkraftmaschine zum Zwecke des Einsparens von Kraftstoff und von einer Hochleistungsausbildung der Brennkraftmaschine herrühren.

In einem konventionellen Gleitlager ist eine Lagerlegierungsschicht aus einer Al-Sn-Legierung, einer Al-Si-Sn-Legierung, einer Cu-Pb-Legierung oder einer Cu-Pb-Sn-Legierung auf einer Oberfläche eines Rückseiten- oder Trägermetalls aus Stahl ausgebildet. In einem anderen konventionellen Gleitlager ist eine Überzugsschicht auf einer Rückseitenoberfläche eines Rückseiten- oder Trägermetalls ausgebildet, um Abnutzung, insbesondere Reibverschleiß, gewachsen zu sein.

Bei einer kompakten und leichtgewichtigen Ausbildung von neueren Brennkraftmaschinen, wie sie für Zwecke der Kraftstoffeinsparung vorgesehen ist, und auch bei einer Ausbildung derselben für hohe Ausgangsleistung wird die Brennkraftmaschine bei einer hohen Temperatur, einer hohen Geschwindigkeit und einer hohen Belastung verwendet. Daher fehlt es daran, daß ein enger Kontakt des Lagerteils mit dem zugeordneten Gehäuse aufrechterhalten wird, so daß eine Beschädigung des Lagers, wie eine Ermüdung und/oder ein Fressen, Anfressen, Festfressen aufgrund von Abnutzung, insbesondere Reibverschleiß (womit eine Oberflächenbeschädigung gemeint ist, die sich entwickelt, wenn eine leichte Relativbewegung zwischen zwei Kontaktflächen periodisch wiederholt wird), häufig auftritt. Insbesondere bei einer Verbindungsstange, wie beispielsweise einer Pleuelstange, kann nicht nur das Lager, sondern auch die Verbindungsstange selbst, wie beispielsweise die erwähnte Pleuelstange, einem Ermüdungsdefekt oder -ausfall unterworfen sein. Daher ist die Frage, ob die konventionellen Gleitlager eine Antireibverschleißeigenschaft oder eine hohe Abnutzungsbeständigkeit haben, zu einem Hauptproblem geworden.

Um diese vorstehenden Probleme zu überwinden, ist vorgeschlagen worden, die Steifigkeit des Gehäuses zu verbessern oder ein bzw. das Übermaß zu erhöhen, um es dem Lager zu ermöglichen, der Deformation des Gehäuses zu folgen, wenn der Lagerteil montiert wird, oder einen Film aus Cu, Ni, Al oder einer Legierung hiervon, oder ein Kunstharz, wie Polytetrafluorethylen, Polyamid und/oder Polyethylen, auf einer Rückseitenoberfläche eines Rückseiten- oder Trägermetalls des Lagers auszubilden, um so dessen Kompatibilität mit einem Zusammenbaumaterial oder mit dem mit ihm in Eingriff stehenden Material zu verbessern.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es insbesondere, ein neuartiges mehrschichtiges Gleitlager zur Verfügung zu stellen, welches in der Abnutzungsfestigkeit, insbesondere in der Antireibverschleißeigenschaft, so ausgezeichnet ist, daß es die Bedingungen bei der Verwendung in einem Hochgeschwindigkeits-, Hochtemperatur- und Hochlastbereich erfüllt, wie sie typischerweise in einer Brennkraftmaschine hoher Leistungsfähigkeit oder einer Hochleistungsbrennkraftmaschine auftreten.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein mehrschichtiges Gleitlager zur Verfügung gestellt, das eine ausgezeichnete Abnutzungsbeständigkeit, insbesondere eine ausgezeichnete Antireibverschleißeigenschaft, hat, umfassend eine Rückseiten- oder Trägerstahlschicht und eine auf der Rückseiten- oder Trägerstahlschicht ausgebildete Lagerlegierungsschicht, wobei die Rückseiten- oder Trägerstahlschicht einen Film von oder aus Phosphat hat, der auf der Rückseitenoberfläche derselben ausgebildet ist, und wobei der Phosphatfilm eine Dicke von 0,1 ~ 15 µm hat.

Die Lagerlegierungsschicht kann aus einer Aluminiumlegierung zusammengesetzt sein oder bestehen, welche eine Al-Sn-Legierung, eine Al-Si-Sn-Legierung, eine Al-Pb-Legierung, eine Al-Si-Pb-Legierung, eine Al-Zn-Legierung oder eine Al-Si-Zn-Legierung ist.

Die Lagerlegierungsschicht kann aus einer Kupferlegierung zusammengesetzt sein oder bestehen, welche eine Cu-Pb-Legierung oder eine Cu-Pb-Sn-Legierung ist.

Auf einer oder der Oberfläche der Lagerlegierungsschicht kann eine Auflage- oder Überzugsschicht ausgebildet sein. Die Auflage- oder Überzugsschicht ist aus einer Bleilegierung zusammengesetzt oder besteht aus einer Bleilegierung, welche wenigstens eine Art von 2 ~ 30 Gew.-% insgesamt enthält, die aus der Gruppe ausgewählt ist, welche aus Sn, In, Cu und Sb besteht bzw. welche Bleilegierung 2 ~ 30 Gew.-% insgesamt eines oder mehrere Elemente enthält, das bzw. die aus der Gruppe ausgewählt ist bzw. sind, welche aus Sn, In, Cu und Sb besteht. Alternativ kann die Auflage- oder Überzugsschicht aus einer Aluminiumlegierung zusammengesetzt sein oder bestehen, die wenigstens eine Art von 2 ~ 60 Gew.-% insgesamt enthält, die aus der Gruppe ausgewählt ist, welche aus Sn, Pb, Cu, Sb und Si besteht, bzw. welche Aluminiumlegierung 2 ~ 60 Gew.-% insgesamt eines oder mehrerer Elemente enthält, das bzw. die aus der Gruppe ausgewählt ist bzw. sind, welche aus Sn, Pb, Cu, Sb und Si besteht.

Der Phosphatfilm ist z. B. aus Zinkphosphat, Calcium-Zink-Phosphat, Manganphosphat oder Eisenphosphat zusammengesetzt oder besteht aus einem oder mehreren der vorgenannten Phosphate.

Mit dem Phosphatfilm werden insbesondere die folgenden besonders vorteilhaften Wirkungen erzielt:

- 1) Dieser Film verhindert einen Metall-zu-Metall-Kontakt und weist eine ausgezeichnete Abnutzungsbeständigkeit gegenüber feinen Vibrationen auf.
- 2) Da dieser Film eine geeignete Porosität hat, dient er dazu, Schmieröl darin zurückzuhalten, und dämpft daher den Kontakt zwischen dem Gehäuse und dem Lagerteil, so daß dadurch das Abnutzungsphänomen, insbesondere das Reibverschleißphänomen, unterdrückt wird.
- 3) Dieser Film vermindert den Reibungskoeffizienten zwischen den beiden Oberflächen, so daß dadurch ein Temperaturanstieg, insbesondere ein starker Temperaturanstieg, gehemmt bzw. verhindert wird.

Wenn die Dicke des obigen Phosphatfilms geringer als $0,1\text{ }\mu\text{m}$ ist, wird keine zufriedenstellende Wirkung erzielt. Wenn im Gegensatz hierzu diese Dicke mehr als $15\text{ }\mu\text{m}$ ist, wird der Film brüchig, und abgesehen hiervon werden die Kosten relativ hoch.

Die Reibung zwischen den beiden Kontaktoberflächen ist ein Phänomen, das aus allen der folgenden Eigenschaften resultiert: Paßfähigkeit, Freß- bzw. Abnutzungseigenschaft und Haftfähigkeit zwischen diesen beiden Oberflächen. Daher bedeutet eine solche Beziehung oder Angabe, wonach der Reibungskoeffizient niedrig ist, daß die Paßfähigkeit zwischen den beiden Oberflächen gut ist, daß die Freß- bzw. Abnutzungseigenschaft und die Haftfähigkeit gering sind, und daß der Betrag an Wärme, welcher erzeugt wird, klein ist. Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben hieraus gefunden, daß die Tatsache, ob die Abnutzungsbeständigkeit, insbesondere die Antireibverschleißseigenschaft, gut ist oder nicht, durch den Wert des Reibungskoeffizienten bestimmt werden kann.

Die vorstehenden sowie weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung seien nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsformen und von Beispielen der Erfindung näher beschrieben und erläutert; es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm, welches Ergebnisse eines Abnutzungstests von Produkten der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;

Fig. 2 eine graphische Darstellung, welche Ergebnisse eines Aktivierungs-Abnutzungstests veranschaulicht;

Fig. 3 eine graphische Darstellung, die Ergebnisse eines Abnutzungs- bzw. Reibverschleißsimulationstests veranschaulicht; und

Fig. 4A bis 4D Darstellungen, welche Bedingungen des Abnutzungs- bzw. Reibverschleißsimulationstests wie auch die Art und Weise des Durchführens dieses Tests veranschaulichen.

Die vorliegende Erfindung sei nun spezieller mittels der folgenden Beispiele und Ausführungsformen beschrieben und erläutert:

Beispiel 1

Um die Beziehung zwischen einer bzw. der Belastung und dem Reibungskoeffizienten zu vergleichen, wurden Testteile aus einem kaltgewalzten Stahlblech (JIS G 3141 SPCC) (SPCC bedeutet im Rahmen der vorliegenden Beschreibung und Zeichnungen "kaltgewalztes Stahlblech, das nicht mehr als 0,20% Kohlenstoff enthält") hergestellt, das üblicherweise in weitem Umfang als eine Rückseiten- oder Trägermetallschicht eines Lagers verwendet wird. Die Oberflächen der Testteile wurden mit jeweiligen Phosphaten behandelt, um Proben oder Testteile vorzusehen bzw. zu erhalten.

Die Tests wurden unter Verwendung der Reibungsabnutzungstesteinrichtung von Suzuki ausgeführt (die von der Art ist, in welcher ein Testteil befestigt oder fixiert ist, wohingegen ein Zusammenbaumaterial oder damit in Eingriff stehendes Material rotiert wird). Ein induktionsgehärtetes Material (JIS S55C) wurde als ein Zusammenbaumaterial für das Testteil oder als ein mit dem Testteil in Eingriff stehendes Material verwendet. $0,1\text{ cm}^3$ bzw. cc Öl wurde auf das Zusammenbaumaterial oder mit dem Testteil in Eingriff stehende Material aufgetragen, und ein Abnutzungstest, der vier Stunden dauerte, wie auch ein Beginn- oder Startreibungstest wurden ausgeführt. Die Bedingungen der Tests sind in Tabelle 2 veranschaulicht, und die Ergebnisse der Tests sind in den Fig. 1 und 2 dargestellt.

Wie aus den Fig. 1 und 2 klar hervorgeht, waren alle Produkte der vorliegenden Erfindung im Reibungskoeffizienten niedriger, und weiterhin waren alle Produkte der vorliegenden Erfindung in der Abnutzungsbeständigkeit, verglichen mit SPCC (= kaltgewalztes Stahlblech, das nicht mehr als 0,20% Kohlenstoff enthält), überragend und überlegen.

Beispiel 2

a) Pulver einer Kupfer-Blei-Legierung und Pulver einer Kupfer-Blei-Zinn-Legierung wurde auf Oberflächen von jeweiligen Stahlstreifen, die auf ihrer Oberfläche mit Kupfer überzogen oder galvanisiert waren, ausgebreitet bzw. gesprüht. Dann wurden die jeweils auf den Stahlstreifen abgelagerten Pulverschichten in einer reduzierenden Atmosphäre bei Temperaturen von $700\sim 900^\circ\text{C}$ während $10\sim 30$ Minuten gesintert. Dann wurde jedes dieser gesinterten Verbundmaterialien zwischen Walzen hindurchgeführt, so daß es gewalzt wurde, und dann wurde es wieder gesintert und zur Ausbildung eines Bimetalls gewalzt.

b) Eine Al-Sn-Lagerlegierung und eine Al-Zn-Si-Lagerlegierung wurden durch kontinuierliches Gießen hergestellt, und jede der gegossenen Legierungen wurde dann an ihren Oberflächen geschliffen und wurde dann wiederholt gewalzt und enthärtet, um sie zu einem Legierungsstreifen von vorbestimmten Abmessung fertigzubearbeiten. Dann wurde jeder Legierungsstreifen direkt oder durch eine Al-Zwischenschicht an einen Rückseiten- oder Trägerstahlstreifen druckgebunden, um ein Bimetallmaterial vorzusehen bzw. zu erhalten.

c) Jedes der in den obigen Verfahrensschritten a) und b) hergestellten Bimetalle wurde zu einem halbkreisförmigen Lagerteil mit einer Breite von 17 mm gepreßt und bearbeitet bzw. materialabtragend bearbeitet, bei welchem der Innendurchmesser des Lagers 42 mm war und die Dicke der Lagerlegierung $0,3\text{ mm}$ betrug.

d) Auf jedes der in dem obigen Verfahrensschritt c) hergestellte Lagerteil wurde eine chemische Behandlung angewandt, und es wurde ein Film von einer jeweiligen Art aus verschiedenen Arten von Phosphaten auf der Rückseitenoberfläche (der Rückseiten- oder Trägermetallseite) des Lagers ausgebildet, welcher eine Dicke von $2\sim 8\text{ }\mu\text{m}$ hatte.

Weiter wurde, um Testlager vorzusehen, die eine Auflage oder einen Überzug auf der Oberfläche der

Lagerlegierungsschicht haben, eine Oberflächenschicht (Auflage oder Überzug) aus einer Pb-Legierung durch galvanisches Aufbringen auf der Oberfläche der Lagerlegierungsschicht von einigen der Lager ausgebildet. Auch wurde eine Oberflächenschicht (Auflage oder Überzug) aus einer Al-Legierung durch Sputtern oder Zerstäubung auf der Oberfläche der Lagerlegierungsschicht von einigen der Lager ausgebildet. Jede Auflage oder jeder Überzug hatte eine Dicke von 20 µm. Die verschiedenen Arten der Testlager sind in Tabelle 1 angegeben.

Um die Wirkung (Abnutzungsbeständigkeit, insbesondere Antireibverschleißeigenschaft) des Phosphatfilms zu bestätigen, wurde ein Vergleichstest unter Verwendung einer elektrisch-hydraulischen Ermüdungstesteinrichtung ausgeführt.

In dem Test war das Lager an einer Verbindungsstange 1 (welche mittels Schmiedestahl ausgebildet war und deren innere Umfangsoberfläche eine Oberflächenrauigkeit von 6,3 µm hat) angebracht, die auf einem ortsfesten Schaft oder einer ortsfesten Welle 3 montiert war, und eine dynamische Zugbelastung (W), die durch Öldruck angewandt wurde, wurde wiederholt angewandt, um einen Abnutzungs- bzw. Reibverschleißsimulationstest auszuführen, und der Betrag der Änderung der Rauigkeit der Rückseitenoberfläche des Lagers 2 aufgrund der Abnutzung bzw. des Reibverschleißes wurde zu Vergleichszwecken beobachtet. Der Zustand der Rückseitenoberfläche ist in Tabelle 1 angegeben. Die Bedingungen dieses Tests sind in den Fig. 4A bis 4D veranschaulicht, und die Ergebnisse dieses Tests sind in Fig. 3 gezeigt. Hier bedeutet eine solche Beziehung oder Angabe, wonach der Betrag der Änderung der Rauigkeit der Rückseitenoberfläche des Rückseiten- bzw. Trägermetalls klein ist, daß der Betrag der Abnutzung klein ist, und daher bedeutet dieses, daß das Lager bzw. die Rückseitenoberfläche eine ausgezeichnete Abnutzungsbeständigkeit, insbesondere eine ausgezeichnete Antireibverschleißeigenschaft, hat.

Aus Fig. 3 ist deutlich zu erkennen, daß alle Produkte der vorliegenden Erfindung einen kleineren Betrag der Änderung der Rauigkeit als das konventionelle Produkt haben, und daß daher alle Produkte der vorliegenden Erfindung in der Abnutzungsbeständigkeit, insbesondere in der Antireibverschleißeigenschaft und der Antioberflächenzerbröckelungseigenschaft sowie der Antifreibeigenschaft ausgezeichnet sind.

Wie aus den Testergebnissen, die in der Tabelle 1 und in den Fig. 1 bis 3 enthalten sind, deutlich hervorgeht, sind alle Gleitlager der vorliegenden Erfindung in der Abnutzungsbeständigkeit, insbesondere in der Antireibverschleißeigenschaft und der Antioberflächenzerbröckelungseigenschaft sowie der Antifreibeigenschaft überlegend gegenüber den konventionellen Produkten, und alle Gleitlager der vorliegenden Erfindung weisen eine ausgezeichnete Lagerleistungsfähigkeit ohne Beschädigung aufgrund der Abnutzung, des Reibverschleißes, des Zerbröckelns der Oberfläche, des Abscheuerns und des Fressens selbst unter harten Bedingungen der Verwendung bei hoher Geschwindigkeit, hoher Drehgeschwindigkeit, hoher Belastung usw. auf, wie sie typischerweise bei neueren Hochleistungsmotoren bzw. Hochleistungsbrennkraftmaschinen auftreten.

Mit der Erfindung wird ein mehrschichtiges Gleitlager zur Verfügung gestellt, das eine ausgezeichnete Antiabnutzungseigenschaft, Antireibverschleißeigenschaft, Antifreibeigenschaft und Antioberflächenzerbröckelungseigenschaft sowie Antischeuereigenschaft hat. Dieses mehrschichtige Gleitlager umfaßt eine Rückseiten- oder Unterlagsstahlschicht und eine auf der Rückseiten- oder Unterlagsstrahlschicht ausgebildete Lagerlegierungsschicht. Auf einer oder der Rückseitenoberfläche der Rückseiten- oder Unterlagsstrahlschicht ist ein Film aus Phosphat ausgebildet, der eine Dicke von 0,1 ~ 15 µm hat, wodurch die Antiabnutzungseigenschaft, die Antiverschleißeigenschaft, die Antifreibeigenschaft und die Antioberflächenzerbröckelungseigenschaft sowie die Antischeuereigenschaft wesentlich verbessert wird. Das Vorsehen des Phosphatfilms, der gut verträglich oder kompatibel mit einem Zusammenbaumaterial oder einem damit in Eingriff stehenden Material ist, überwindet eine Beschädigung des Lagers aufgrund von Abnutzung, Reibverschleiß, Fressen, Scheuern und Zerbröckeln der Oberfläche in einem Hochgeschwindigkeitsbereich. Daher weist das erfindungsgemäße Lager eine volle und ausgezeichnete Lagerleistungsfähigkeit selbst unter harten Bedingungen des Gebrauchs in einem Hochgeschwindigkeits-, Hochtemperatur- und Hochlastbereich auf, wie sie typischerweise in Hochleistungsmotoren bzw. Hochleistungsbrennkraftmaschinen auftreten.

Tabelle 1 Art der Testlager und der Lagerbeschädigung

Art	Proben- nummer	Phosphatfilm auf der Lagerrückseitenober- fläche	Lagerlegierungs- schicht (Gew.-%)	Auflage- oder Überzugs- schicht (Gew.-%)	Beschädigung an der Lagerrückseitenober- fläche (insbesondere Reibverschleiß)
Produkte der Erfindung	1	Zinkphosphat	Cu-25Pb	Pb-10Sn	keine
	2	Manganphosphat	Cu-25Pb	Pb-10Sn	keine
	3	Calcium-Zink-Phosphat	Cu-25Pb	Al-20Sn	keine
	4	Eisenphosphat	Cu-25Pb	Al-20Sn	keine
	5	Zinkphosphat	Cu-1,5Sn-23Pb	Pb-10Sn	keine
	6	Manganphosphat	Cu-1,5Sn-23Pb	Pb-10Sn	keine
	7	Calcium-Zink-Phosphat	Cu-1,5Sn-23Pb	Al-20Sn	keine
	8	Eisenphosphat	Cu-1,5Sn-23Pb	Al-20Sn	keine
	9	Zinkphosphat	Al-20Sn-1Cu	keine	keine
	10	Manganphosphat	Al-20Sn-1Cu	keine	keine
	11	Calcium-Zink-Phosphat	Al-20Sn-1Cu	keine	keine
	12	Eisenphosphat	Al-20Sn-1Cu	keine	keine
	13	Zinkphosphat	Al-4Zn-3Si-1Cu-1Pb	Pb-10Sn	keine
	14	Manganphosphat	Al-4Zn-3Si-1Cu-1Pb	Pb-10Sn	keine
	15	Calcium-Zink-Phosphat	Al-4Zn-3Si-1Cu-1Pb	Al-20Sn	keine
	16	Eisenphosphat	Al-4Zn-3Si-1Cu-1Pb	Al-20Sn	keine
konventio- nelle Produkte	17	keiner	Cu-25Pb	Pb-10Sn	*aufgetreten
	18	keiner	Cu-1,5Sn-23Pb	Pb-10Sn	*aufgetreten
	19	keiner	Al-20Sn-1Cu	keine	*aufgetreten
	20	keiner	Al-4Zn-3Si-1Cu-1Pb	Pb-10Sn	*aufgetreten

* "Beschädigung an der Rückseitenoberfläche aufgetreten" bedeutet, daß sich feine Vertiefungen und Vorsprünge auf der Oberfläche des Rückseiten- oder Trägermetalls entwickelten

Tabelle 2 Bedingungen des Suzuki-Tests

Einzelheiten	Abnutzungstest	Beginn- bzw. Startreibungstest
spezifische Belastung	3 & 15 MPa	3 & 15 MPa
Geschwindigkeit	0,01 & 0,05 m/s	0,01 & 0,05 m/s
Zeitdauer	4 Std.	30 sec. für jede Aktivierung und jeden Stop. 10 x wiederholt.
Temperatur	übliche Temperatur	übliche Temperatur
Schmierung	SAE 30 in der Menge von 0,1 ml. wurde zum Zeitpunkt des Zusammenbauens aufgetragen.	SAE 30 in der Menge von 0,1 ml. wurde zum Zeitpunkt des Zusammenbauens aufgetragen.
Material	S55C	S55C
Härte des Zusammenbaumaterials	Vickers-Härte 500~600	Vickers-Härte 500~600
Rauigkeit des Zusammenbaumaterials	Rmax 1µm	Rmax 1µm

Patentansprüche

1. Mehrschichtiges Gleitlager, das eine ausgezeichnete Antiabnutzungs-, Antireibverschleiß-, Antifreß- sowie Antischeuer- und Antioberflächenzerbröckelungseigenschaft hat, umfassend eine Rückseiten- oder Trägerstahlschicht und eine auf der Rückseiten- oder Trägerstahlschicht ausgebildete Lagerlegierungsschicht, wobei auf einer oder der Rückseitenoberfläche der Rückseiten- oder Trägerstahlschicht ein Film aus Phosphat ausgebildet ist, und der Phosphatfilm eine Dicke von 0,1 ~ 15 µm hat.
2. Mehrschichtiges Gleitlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerlegierungsschicht aus einer Aluminiumlegierung zusammengesetzt ist oder besteht, welche eine Al-Sn-Legierung, eine Al-Si-Sn-Legierung, eine Al-Pb-Legierung, eine Al-Si-Pb-Legierung, eine Al-Zn-Legierung oder eine Al-Si-Zn-Legierung ist.
3. Mehrschichtiges Gleitlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerlegierungsschicht aus einer Kupferlegierung zusammengesetzt ist oder besteht, welche eine Cu-Pb-Legierung oder eine Cu-Pb-Sn-Legierung ist.
4. Mehrschichtiges Gleitlager nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auflage oder Überzugsschicht auf einer oder der Oberfläche der Lagerlegierungsschicht ausgebildet ist, wobei die Auflage oder Überzugsschicht aus einer Bleilegierung zusammengesetzt ist oder besteht, welche wenigstens eine Art von 2 ~ 30 Gew.-% insgesamt enthält, die aus der aus Sn, In, Cu und Sb bestehenden Gruppe

ausgewählt ist.

5. Mehrschichtiges Gleitlager nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auflage oder Überzugsschicht auf einer oder der Oberfläche der Lagerlegierungsschicht ausgebildet ist, wobei die Auflage oder Überzugsschicht aus einer Aluminiumlegierung zusammengesetzt ist oder besteht, welche wenigstens eine Art von 2~60 Gew.-% insgesamt enthält, die aus der aus Sn, Pb, Cu, Sb und Si bestehenden Gruppe ausgewählt ist. 5

6. Mehrschichtiges Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Phosphatfilm aus Zinkphosphat, Calcium-Zink-Phosphat, Manganphosphat oder Eisenphosphat zusammengesetzt ist oder besteht.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

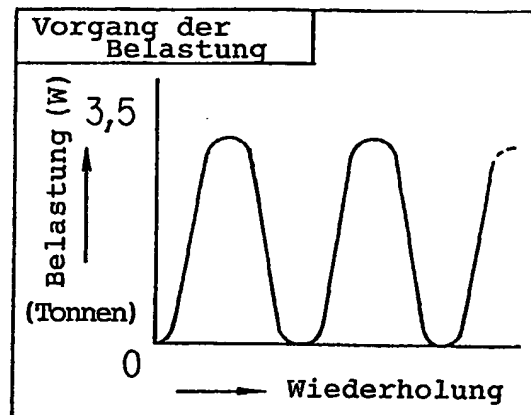
65

- Leerseite -

FIG. 4A

Simulationstestbedingungen		
Einzelheit	Abmessung	Einheit
Lagergröße	$\varnothing 45 \times \text{Länge } 17$ $\times \text{Dicke } 1,5$	mm
Spiel	0,100	mm
Testbelastung	3,5	Tonnen
Testwellenform	Sinuswelle	—
Frequenz	60	HZ/sec
Zykluszahl	5×10^6	zeit

FIG. 4B



Beurteilungsverfahren

Nach konstanter Belastung von Sinuswelle wird wiederholt bis zu einer vorbestimmten Anzahl von Malen, während Zugbelastung hinzugefügt wird, ein getestetes Lager wird herausgenommen, um die äußere Fläche desselben zu beurteilen.

FIG. 4C

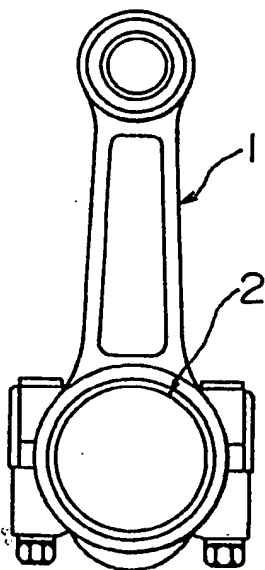


FIG. 4D

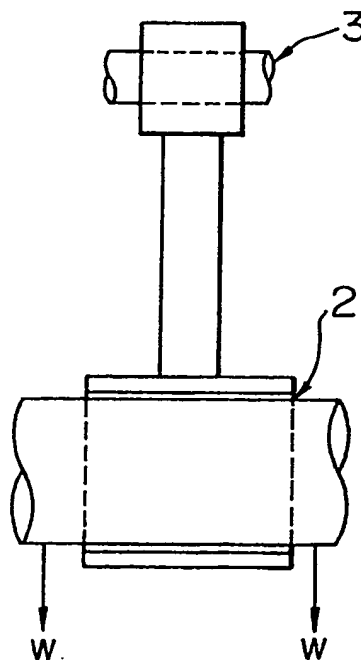
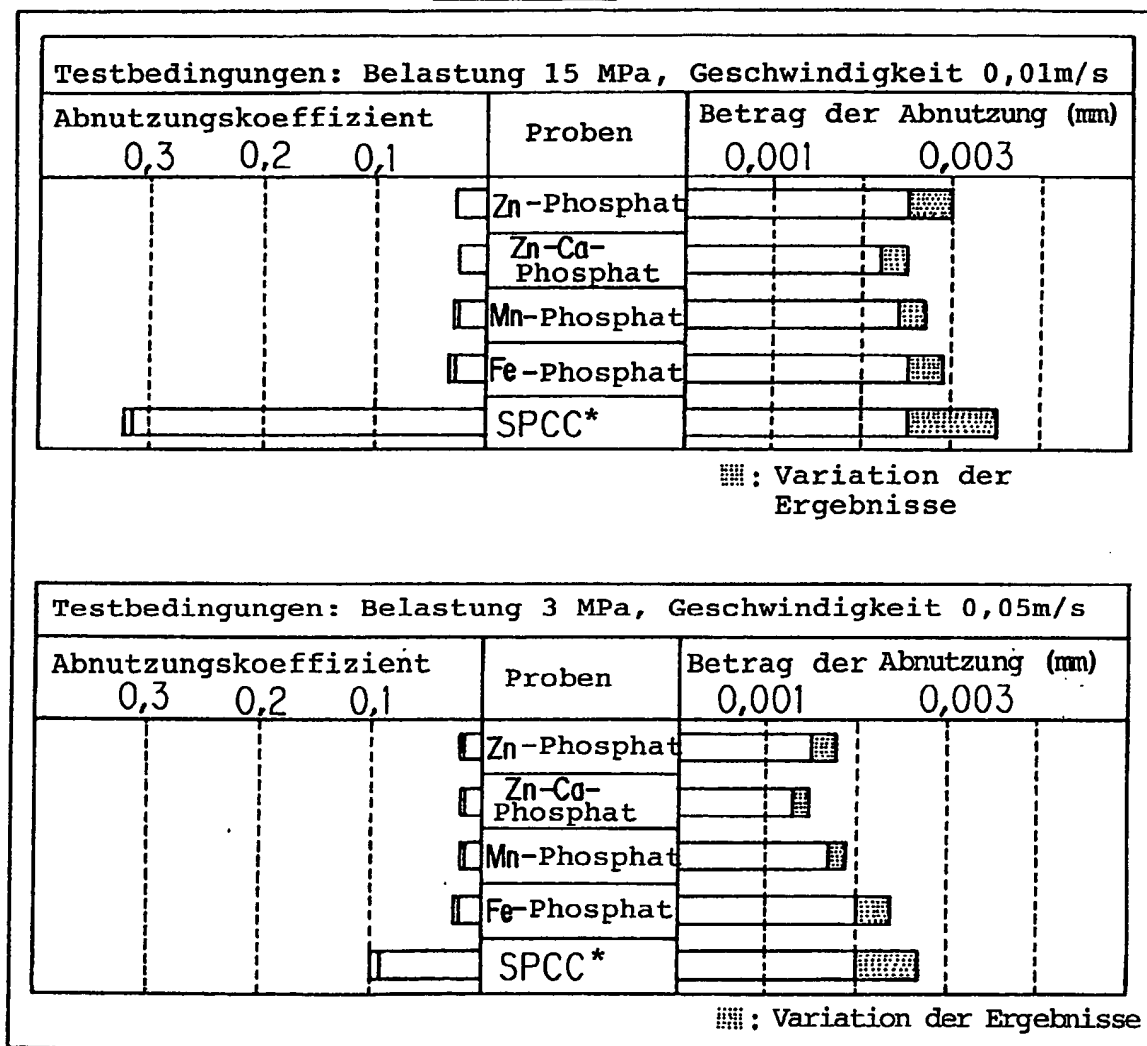
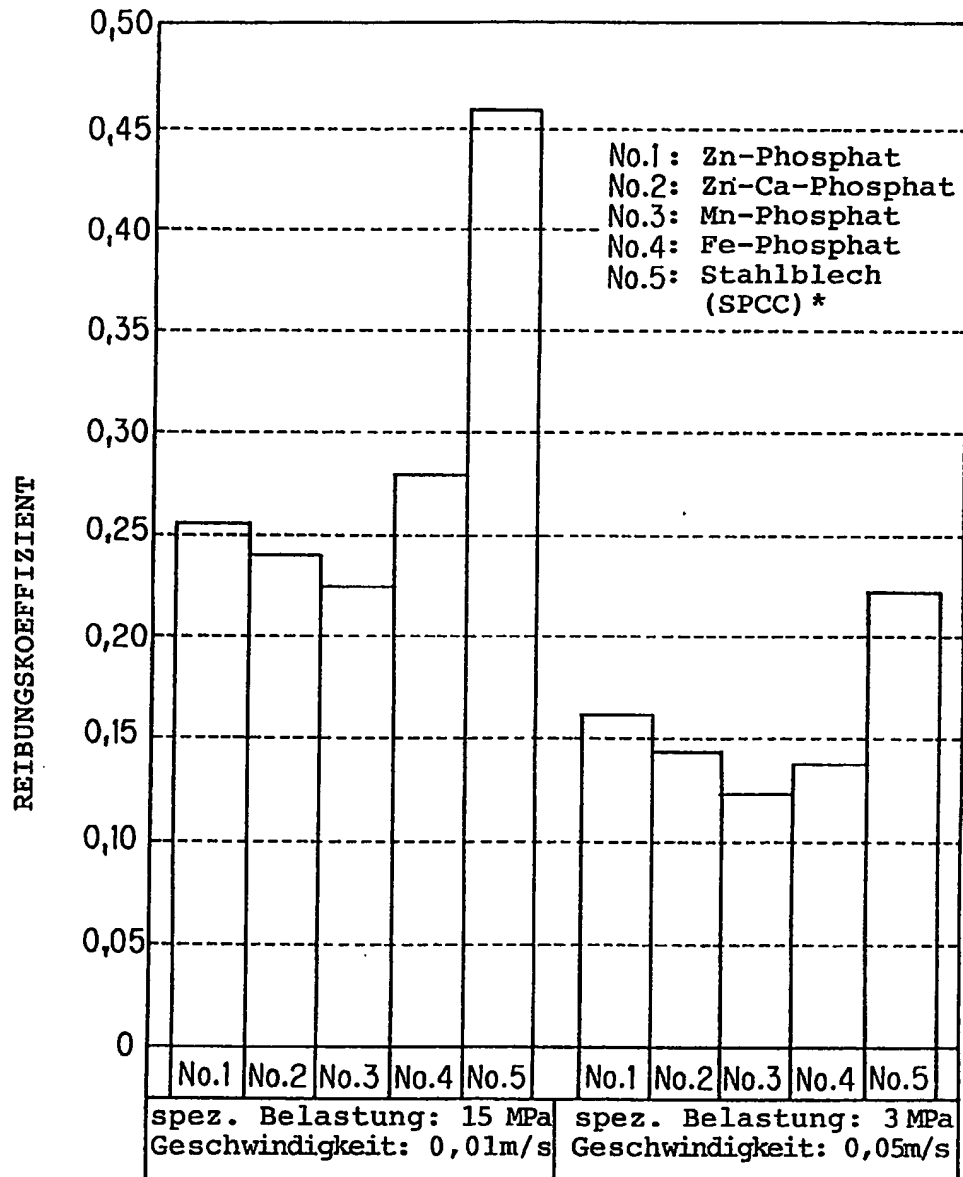


FIG. 1

 ERGEBNISSE DES ABNUTZUNGSTESTS VOM
 SUZUKI-TYP


*SPCC = kaltgewalztes Stahlblech, das nicht mehr
als 0,20 % Kohlenstoff enthält

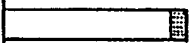
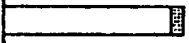
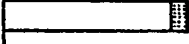


FIG. 2


START-ABNUTZUNGS-TESTERGEBNISSE

*SPCC = kaltgewalztes Stahlblech, das nicht
 mehr als 0,20 % Kohlenstoff enthält

FIG. 3

ABNUTZUNGS-, REIBVERSCHLEISS-, FRESS- UND
OBERFLÄCHENZERBRÖCKELUNGSTESTERGEBNISSE

Proben	Betrag der Rauigkeitsänderung auf der Rückseite des Metalls (Rz μm)			
	0	5	10	15
Zn-Phosphat				
Zn-Co-Phosphat				
Mn-Phosphat				
Fe-Phosphat				
SPCC*				

 : Betrag der Rauigkeitsänderung
auf der Rückseite des Metalls

*SPCC = kaltgewalztes Stahlblech, das nicht
mehr als 0,20 % Kohlenstoff enthält